

## Schaltungsanordnung zum induktiven Übertragen elektrischer Energie

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum induktiven Übertragen elektrischer Energie, beispielsweise zur Stromversorgung eines Elektrokleingeräts und/oder zum induktiven Laden eines Akkumulators.

Aus der DE 38 42 465 A1 ist ein Schaltregler zur Gleichspannungswandlung bekannt, der einen elektronischen Schalter und statt einer Speicherdrossel einen Serienresonanzkreis aufweist. Der Schaltregler schwingt auf der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises und besitzt dann einen besonders hohen Wirkungsgrad, wenn der elektronische Schalter in den Nulldurchgängen des Stroms schaltet. Der elektronische Schalter ist durch zwei komplementäre Schalttransistoren realisiert, die gegenphasig angesteuert werden müssen. Die Ansteuerung der Schalttransistoren erfolgt über eine Rückkopplungsschaltung und Eingangsstufen für die Schalttransistoren, die nicht näher dargestellt sind.

Aus der DE 40 15 455 A1 ist eine Ansteuerschaltung für einen Wechselrichter bekannt, der eine Gegentakt-Ausgangsstufe mit komplementären Transistoren aufweist. Die Ansteuerung der Transistoren erfolgt durch zwei galvanisch gekoppelte, gegeneinander potentialverschobene Steuersignale. Die Ein- und Abschaltflanken der Steuersignale werden durch eine Laufzeit-Schaltung so verschoben, daß der zunächst eingeschaltete Transistor abgeschaltet wird, bevor der noch ausgeschaltete Transistor eingeschaltet wird. Insgesamt ist die Ansteuerschaltung daher relativ aufwendig.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Schaltungsanordnung zum induktiven Übertragen elektrischer Energie anzugeben, die bei hohem Wirkungsgrad mit geringem schaltungstechnischem Aufwand auskommt.

Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe durch eine Schaltungsanordnung gelöst, die folgende Merkmale aufweist: einen Schwingkreis, eine Gegentaktschaltung mit komplementären Schalttransistoren, durch die der Schwingkreis erregbar ist, eine Ansteuerschaltung für die komplementären Schalttransistoren, die vorzugsweise ebenfalls komplementäre Steuertransistoren aufweist, und einen Frequenzgenerator, dessen Ausgangssignal den Steuertransistoren zuführbar ist.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ist besonders einfach, da beide Steuertransistoren von demselben Ansteuersignal gesteuert werden können. Um zu vermeiden, daß bei

dieser Ansteuerung die beiden Schalttransistoren gleichzeitig eingeschaltet sind und die Spannungsquelle kurzzeitig kurzschließen, sind RC-Glieder vorgesehen, sodaß der zunächst eingeschaltete Schalttransistor bereits abgeschaltet ist, bevor der noch ausgeschaltete Schalttransistor eingeschaltet wird. Zur Verringerung der Verlustleistung in den Schalttransistoren ist es außerdem vorteilhaft, wenn diese mit einem rechteckförmigen Signal angesteuert werden, d.h. der Frequenzgenerator ein rechteckförmiges Ausgangssignal abgibt. Für einen hohen Wirkungsgrad der Schaltungsanordnung ist es ferner vorteilhaft, den Schwingkreis zumindest ungefähr auf die Frequenz des Frequenzgenerators abzustimmen.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung weist die Ansteuerschaltung für die Schalttransistoren außer den komplementären Steuertransistoren noch einen Widerstand und zwei Kapazitäten auf. Der Widerstand verbindet die Steueranschlüsse der Schalttransistoren, parallel zur Hauptstromstrecke des ersten Steuertransistors ist die erste Kapazität angeordnet, und parallel zur Hauptstromstrecke des zweiten Steuertransistors ist die zweite Kapazität angeordnet, wobei die erste Kapazität mit dem ersten Ende des Widerstands verbunden ist, und die zweite Kapazität mit dem zweiten Ende des Widerstands verbunden ist. Auf diese einfache Weise ergeben sich RC-Glieder, die bewirken, daß das Ausschalten des einen Schalttransistors schneller erfolgt als das Einschalten des anderen Schalttransistors.

Der Schwingkreis weist eine Induktivität und eine Kapazität auf. Die Induktivität kann beispielsweise durch eine Spule realisiert sein, die als Primärspule eines Transformators ausgebildet sein kann. Eine Sekundärspule kann dann elektrische Energie liefern. Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung kann beispielsweise zur Versorgung eines Elektrokleingeräts mit elektrischer Energie verwendet werden, das die Sekundärspule enthält, vorzugsweise für elektrische Zahnbürsten oder elektrische Rasierapparate, die auch einen Akkumulator enthalten können.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels für eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum induktiven Übertragen elektrischer Energie erläutert, die in der einzigen Zeichnung dargestellt ist. Weitere Ausgestaltungen sind in der Beschreibung beschrieben.

Die in der Figur dargestellte erfindungsgemäße Schaltungsanordnung enthält als Schalttransistoren zwei komplementäre Feldeffekttransistoren T2, T4, deren Drain-Anschlüsse miteinander und mit dem einen Ende eines Serienschwingkreises verbunden sind, der aus einer

Induktivität  $L_{pr}$  und einer Kapazität  $C_{pr}$  besteht. Das andere Ende des Serienschwingkreises und der Source-Anschluß des n-Kanal-Feldeffekttransistors T4 sind mit Masse verbunden. Der Source-Anschluß des p-Kanal-Feldeffekttransistors T2 ist mit dem Pluspol einer Spannungsquelle U1 verbunden. Der Minuspol der Spannungsquelle U1 ist mit Masse verbunden. Die Schaltungsanordnung enthält als Steuertransistoren zwei weitere komplementäre Feldeffekttransistoren T1, T3, deren Gate-Anschlüsse mit dem Ausgang eines Frequenzgenerators F direkt verbunden sind, der ein auf Masse bezogenes Ausgangssignal erzeugt. Die Gate-Anschlüsse der Schalttransistoren T2, T4 sind über einen Widerstand R1 verbunden. Das eine Ende des Widerstands R1 ist mit dem Drain-Anschluß des p-Kanal-Feldeffekttransistors T1 sowie über einen ersten Kondensator C1 mit dem Pluspol der Spannungsquelle U1 verbunden. Das andere Ende des Widerstands R1 ist mit dem Drain-Anschluß des n-Kanal-Feldeffekttransistors T3 sowie über einen zweiten Kondensator C2 mit Masse verbunden. Der Source-Anschluß des p-Kanal-Feldeffekttransistors T1 ist mit dem Pluspol der Spannungsquelle U1 verbunden. Der Minuspol der Spannungsquelle U1 ist mit dem Source-Anschluß des n-Kanal-Feldeffekttransistors T3 verbunden.

Bei einer anderen Ausführung einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung sind die komplementären Feldeffekttransistoren T2, T4 und/oder die komplementären Feldeffekttransistoren T1, T3 durch komplementäre bipolare Transistoren ersetzt.

Bei einer weiteren Ausführung einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung sind die Polaritäten der Spannungsquelle und der Transistoren vertauscht.

Bei anderen Varianten der oben beschriebenen Ausführungen erfindungsgemäßer Schaltungsanordnungen fehlen die Kondensatoren C1 und C2, d.h. die Funktion dieser Kondensatoren wird durch die Gate-Source- bzw. Basis-Emitter-Kapazitäten der Transistoren T2, T4 wahrgenommen.

Die Funktionsweise der in der Figur dargestellten Schaltungsanordnung wird nachstehend kurz beschrieben. Die als Gegentaktstufe geschalteten Schalttransistoren T2, T4 verbinden den Serienschwingkreis abwechselnd mit der Betriebsspannung bzw. Masse, wobei die Gegentaktstufe über die Steuertransistoren T1, T3 rechteckförmig angesteuert wird. Um zu vermeiden, daß die Schalttransistoren T2, T4 gleichzeitig einen hohen Drainstrom führen, sind die Kondensatoren C1, C2 und der Widerstand R1 vorhanden. Wenn beispielsweise das Ausgangssignal des Frequenzgenerators F positiv ist, d.h. ungefähr Betriebsspannung annimmt, so ist der Steuertransistor T3 leitend und der Steuertransistor T1 nichtleitend.

Folglich ist der Schalttransistor T2 leitend und der Schalttransistor T4 nichtleitend. Wenn das Ausgangssignal des Frequenzgenerators F auf Masse, d.h. Bezugspotential, wechselt, wird der Steuertransistor T1 und der Schalttransistor T4 leitend, wogegen der Steuertransistor T3 und der Schalttransistor T2 nichtleitend werden. Dabei fällt die Gate-Source-Spannung des Schalttransistors T2 mit einer Zeitkonstanten  $R'C'$  ab, wobei mit  $R'$  der Bahnwiderstand des jetzt leitenden Steuertransistors T1 und mit  $C'$  die Summe der Kapazitäten des Kondensators C1 und der Eingangskapazität des Schalttransistors T2 gemeint sind. Gleichzeitig steigt die Gate-Source-Spannung des Schalttransistors T4 mit einer Zeitkonstanten  $R''C''$  an, wobei mit  $R''$  die Summe der Widerstände des Widerstands R1 und des Bahnwiderstands des jetzt leitenden Steuertransistors T1 und mit  $C''$  die Summe der Kapazitäten des Kondensators C2 und der Eingangskapazität des Schalttransistors T4 gemeint sind. Nimmt man an, daß  $C'$  praktisch genauso groß ist wie  $C''$ , ist  $R'C'$  viel kleiner als  $R''C''$ , weil der Widerstand  $R'$  viel kleiner ist als der Widerstand  $R''$ , d.h. der Schalttransistor T2 wird schneller ausgeschaltet als der Schalttransistor T4 eingeschaltet wird. Sind die Kondensatoren C1, C2, die Eingangskapazitäten der Schalttransistoren T2, T4 sowie die Bahnwiderstände der Steuertransistoren T1, T3 gleich groß, wird folglich der eine Schalttransistor immer schneller ausgeschaltet als der andere Schalttransistor eingeschaltet wird. Die Verzögerungszeit zwischen Ausschalten und Einschalten kann durch entsprechende Dimensionierung der Kondensatoren C1, C2 und des Widerstands R1 an die Schalt- und Verzögerungszeiten der Schalttransistoren T2, T4 angepaßt werden.

\*\*\*\*\*

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum induktiven Übertragen elektrischer Energie mit einem Schwingkreis (Lpr, Cpr), einer Gegentaktschaltung mit komplementären Schalttransistoren (T2, T4), durch die der Schwingkreis erregbar ist, einer Ansteuerschaltung für die komplementären Schalttransistoren, die Steuertransistoren (T1, T3) aufweist, und mit einem Frequenzgenerator (F), dessen Ausgangssignal den Steuertransistoren zuführbar ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingkreis (Lpr, Cpr) ungefähr auf die Frequenz des Frequenzgenerators (F) abgestimmt ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal des Frequenzgenerators (F) rechteckförmig ist.
4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal des Frequenzgenerators (F) den Steueranschlüssen der Steuertransistoren (T1, T3) zuführbar ist.
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Steueranschlüsse der Schalttransistoren (T2, T4) über einen Widerstand (R1) verbunden sind.
6. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zur Hauptstromstrecke des ersten Steuertransistors (T1) eine erste Kapazität (C1) vorhanden ist, daß parallel zur Hauptstromstrecke des zweiten Steuertransistors (T3) eine zweite Kapazität (C2) vorhanden ist, daß die erste Kapazität (C1) mit dem ersten Ende des Widerstands (R1) verbunden ist, und daß die zweite Kapazität (C2) mit dem zweiten Ende des Widerstands (R1) verbunden ist.

- 6 -

7. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptstromstrecken der Schalttransistoren (T2, T4) hintereinander geschaltet sind, und parallel dazu eine Versorgungsspannungsquelle (U1) liegt.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kapazität (C1) und der Widerstand (R1) und die zweite Kapazität (C2) hintereinander geschaltet sind, und parallel dazu eine Versorgungsspannungsquelle (U1) liegt.

\*\*\*\*\*

1/1

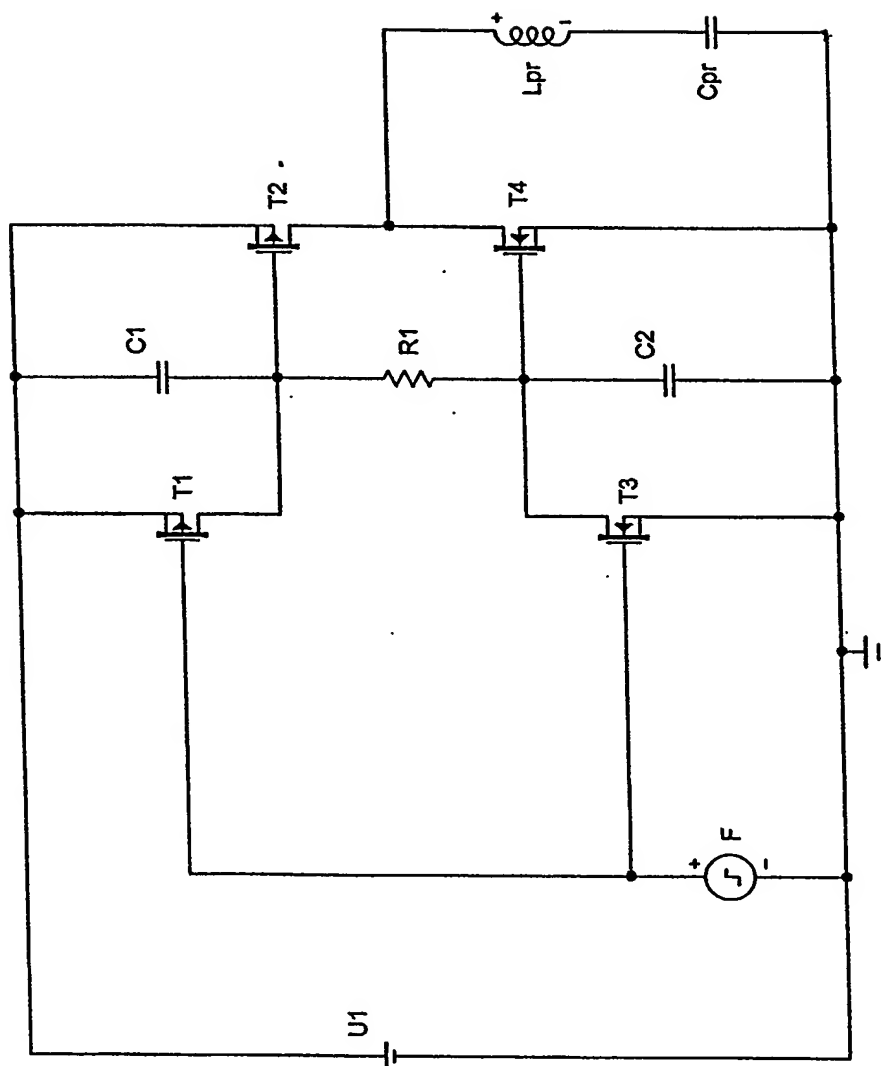


Fig. 1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/007695

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H02M7/538

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H02M H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, IBM-TDB

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 614 897 A (KUMBATOVIC ROBERT A) 30 September 1986 (1986-09-30) abstract figure column 2, lines 39-59 column 3, lines 65-68 column 5, lines 8-26 column 5, line 54 - column 6, line 2 column 6, lines 21-48	1-8
A	US 6 345 203 B1 (GYURCSIK RONALD S ET AL) 5 February 2002 (2002-02-05) figures 8,9 column 1, lines 10-15 column 5, lines 59-61 ----- -/--	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 November 2004

Date of mailing of the international search report

29/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zettler, K-R

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/007695

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 218 788 B1 (CHEN TIMOTHY ET AL) 17 April 2001 (2001-04-17) abstract figures 1,2 column 1, lines 4-11 column 3, lines 19-22,29-37 column 4, lines 35-39 -----	1-8
A	DE 38 42 465 A (FLACHENECKER GERHARD ; LINDENMEIER HEINZ (DE)) 28 June 1990 (1990-06-28) cited in the application abstract figure 3 column 9, lines 10-28 -----	1-8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP2004/007695

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4614897	A	30-09-1986	NONE	
US 6345203	B1	05-02-2002	US 6047214 A US 6263247 B1	04-04-2000 17-07-2001
US 6218788	B1	17-04-2001	NONE	
DE 3842465	A	28-06-1990	DE 3842465 A1 CA 2005713 A1 DE 58909351 D1 EP 0373670 A2 JP 2214470 A JP 2877164 B2 US 5062031 A	28-06-1990 16-06-1990 24-08-1995 20-06-1990 27-08-1990 31-03-1999 29-10-1991

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007695

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H02M7/538

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02M H02J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, IBM-TDB

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 614 897 A (KUMBATOVIC ROBERT A) 30. September 1986 (1986-09-30) Zusammenfassung Abbildung Spalte 2, Zeilen 39-59 Spalte 3, Zeilen 65-68 Spalte 5, Zeilen 8-26 Spalte 5, Zeile 54 - Spalte 6, Zeile 2 Spalte 6, Zeilen 21-48	1-8
A	US 6 345 203 B1 (GYURCSIK RONALD S ET AL) 5. Februar 2002 (2002-02-05) Abbildungen 8,9 Spalte 1, Zeilen 10-15 Spalte 5, Zeilen 59-61 ----- -/-	1-8



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\* &amp; \* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

19. November 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

29/11/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Zettler, K-R

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 218 788 B1 (CHEN TIMOTHY ET AL) 17. April 2001 (2001-04-17) Zusammenfassung Abbildungen 1,2 Spalte 1, Zeilen 4-11 Spalte 3, Zeilen 19-22,29-37 Spalte 4, Zeilen 35-39 -----	1-8
A	DE 38 42 465 A (FLACHENECKER GERHARD ; LINDENMEIER HEINZ (DE)) 28. Juni 1990 (1990-06-28) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Abbildung 3 Spalte 9, Zeilen 10-28 -----	1-8

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/007695

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4614897	A	30-09-1986	KEINE
US 6345203	B1	05-02-2002	US 6047214 A 04-04-2000 US 6263247 B1 17-07-2001
US 6218788	B1	17-04-2001	KEINE
DE 3842465	A	28-06-1990	DE 3842465 A1 28-06-1990 CA 2005713 A1 16-06-1990 DE 58909351 D1 24-08-1995 EP 0373670 A2 20-06-1990 JP 2214470 A 27-08-1990 JP 2877164 B2 31-03-1999 US 5062031 A 29-10-1991